

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開号

特開平11-304662

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.\*

G 01 M 17/007  
B 60 T 8/24  
8/58  
B 62 D 6/00  
G 01 B 21/22

識別記号

F I

G 01 M 17/00  
B 60 T 8/24  
8/58  
B 62 D 6/00  
G 01 B 21/22

Z

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全8頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-115601

(22)出願日

平成10年(1998)4月24日

(71)出願人 000005463

日野自動車工業株式会社

東京都日野市日野台3丁目1番地1

(72)発明者 津曲 一郎

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野  
自動車工業株式会社内

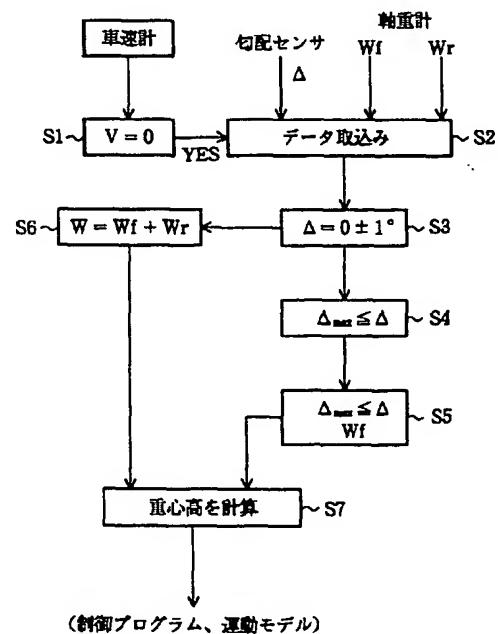
(74)代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54)【発明の名称】 車両の重心高さの推定演算装置

(57)【要約】

【課題】 横すべりあるいはホイール・リフトの状態など車両の挙動を実時間演算により合理的に推定する。特に、重心高さの推定を行う。

【解決手段】 車体を傾斜させ、そのときの車体総重量、前輪にかかる重量、傾斜角度にしたがって静的に重心高さを測定する方法がある。車両に軸重計および勾配センサを設け、車両が稼働中でありながら、前記パラメータを得て重心高さの測定を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の進行方向に沿う傾斜角度 $\alpha$ を計測する手段と、前軸にかかる重量 $W_f$ を計測する手段と、後軸にかかる重量 $W_r$ を計測する手段と、両軸高からの重心高さ $h_s$ を

$$h_s = (W \cdot L_r - W_f \cdot L_f) / W \tan \alpha$$

ただし、ホイールベースを $L$ 、前軸から重心位置までの距離 $L_f$ 、重心位置から後軸までの距離 $L_r$

$$W = W_f + W_r \text{ (変数)} \quad L = L_f + L_r \text{ (定数)}$$

として演算する手段と、当該車両の車速が零になりかつ前記傾斜角度 $\alpha$ が所定値を越える毎に前記重心高さ $h_s$ を演算し更新保持する手段とを備えたことを特徴とする車両の重心高さの推定演算装置。

【請求項2】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定された請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

【請求項3】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する手段を含む請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車の姿勢安定制御に関する。本発明は、ヨーあるいはロールなど走行中の車両の挙動に基づいて、車両の姿勢を安定な方向に自動的に制御する装置に利用する。本発明は、例えば、車両が走行中に横すべり状態になる可能性があることを自動的に検知演算して、全部または一部の車輪のブレーキ圧力を自動的に制御することにより、その車両を横すべりが生じる可能性の小さい状態に回復させる自動制御装置に利用することができる。本発明は、例えば高速走行中の大きいハンドル操作など、車両の特性を越える運転操作により車両が運転者の意図しない挙動に達したときに自動的に安定な状態を回復させる姿勢制御に関する。本発明は、バス・トラックなど商業車両の横転防止に利用する。

## 【0002】

【従来の技術】従来からブレーキの電子制御装置や車両安定化制御装置（VSC、Vehicle Stability Control）などが知られている。ブレーキにかかる電子制御装置の代表的なシステムはABS（Antilock Brake System）である。これは車輪に回転センサを設けて車輪回転を検出し、ブレーキ圧力が大きいときに車輪回転が停止する、車輪と路面との間にスリップがあったものとして、ブレーキ圧力を断続制御するものである。ABSは乗用車あるいは貨物車に広く普及し、ブレーキをかけながらもハンドルがきく装置として広く知られるところとなった。車両安定化制御装置（VSC）の代表的な装置としては、横すべり防止装置が知られている。これは、運転者が操作入力する操舵角（ハンドル角度）から、運転者が進もうとしている針路を読み取り、その針路に対して車速が大きすぎると、運転者がブレーキペダルを踏まなくとも自動的に減速のための制御がなされ、さらに針路から外れないように左右のブレーキ圧力を配分するなどの制御が行われる装置である。

【0003】すでに知られている車両姿勢安定化装置（VSC）（特開昭63-279976号公報、特開平2-112755号公報など）をさらに説明すると、車両の走行中に運転者が操舵を行うと、車両の向きが変化し車両にロールが生じる。このとき操舵による旋回内輪のタイヤが路面のグリップ限界を越えると、内輪がいわゆるホイール・リフト傾向となり、車両が横すべりをはじめると車両は右に傾斜する。このとき、正常な状態ではその操舵に応じて車両が旋回するが、走行速度に対して操舵の速さが大きすぎると、車両は右に傾斜しながら左車輪が浮きぎみな状態となり、運転者の意図する方向より右寄りに進行することになる。このような車両の挙動は、走行レーンの逸脱や、極端な場合には車両の横転を招く原因となる。

【0004】通常走行状態において、操舵の大きさと速さ、車両の速度、車両の横移動の速さ、および車両の向きの変化の速さ（ヨーレイト、垂直軸まわりの車両の回転加速度）を検出して演算することにより、車輪の横すべり開始点または内輪のホイールリフト開始点を予測し、横すべりあるいはホイールリフトが始まる前に車輪のブレーキ圧力を制御する装置が開発された。この車輪のブレーキ圧力制御は、必ずしも全輪同一のブレーキ圧力ではなく、一つの車輪について大きいあるいは小さいブレーキ圧力を印加して、車両の横すべりを防止するものである。このような装置は、原理的な構造や設計のみならず、経済性および耐久性などもよく検討され、乗用車については市販品に実装される段階に達した。

【0005】このような従来例装置は、現在の操舵および制動を含む運転操作に係るパラメータと、現在の車両の挙動に係るパラメータから、すなわち現時点のパラメータからヨーレイトを演算し、これがあらかじめその車両について設定記憶された横すべりの可能性があるヨーレイトに達すると判定されたときに、自動的に車両のブレーキ圧力を制御するように構成されている。この横すべりの可能性は、運転操作入力および各種センサ出力である車両の挙動データから伝達関数による演算が実行される。

【0006】従来の伝達関数演算装置ではこの伝達関数による演算は、高速フーリエ演算が広く用いられている演算方法である。すなわち操作入力についてのデータおよび挙動データを周波数分解し、フーリエ関数を利用して応答を近似演算するものである。高速フーリエ演算は、コンピュータ装置にインストールして利用できる汎用のアナライザが簡単に入手できるなど便利な点があ

る。

【0007】このような車両の姿勢制御を行う装置では、車両の重心位置はきわめて重要なパラメータである。大型貨物自動車に代表される大型商業車両では、積荷の状態によってその重心位置が変化する。バスの場合には、特に路線バスでは、乗客の乗り降りにより車両の重心位置が変化する。車両の横転防止をはかる姿勢制御に関しては、車両の重心高さが重要なパラメータになる。

【0008】従来、車両の重心は静的に計測することができるが、走行状態でリアルタイムに計測する方法はない。すなわち、重心位置を計測しようとする車両を水平な路面に停車させた状態で各車輪の荷重分担を計測し、つぎにその車両を前後方向に勾配のある路面および左右方向に勾配のある路面に移動させて、各車輪の荷重分担を計測することにより、重心高さを含む重心位置を三次元的に計測することができる。

【0009】従来の姿勢制御装置を図らないし図7を参照して説明する。図5は従来の姿勢制御の全体構成例を示す図である。車両1は姿勢制御装置の被制御対象である。車両1には、操舵、制動、加速、その他運転操作入力が与えられ、それに対する応答が車両の挙動である。この車両1には姿勢制御装置2が搭載される。そしてこの姿勢制御装置2は車両安定化制御装置(VSC)3および電子制御制動装置4を含む。この電子制御制動装置4は従来のABS手段に代表される装置である。

【0010】その車両の挙動をデータとして観測するために、その車両1に搭載されたセンサ類11からは挙動データが送出される。挙動データは、速度、横方向加速度、ヨーレイ、ロールレイト、車輪回転情報、その他である。

【0011】車両安定化制御装置3は、運転操作入力および挙動データを入力として、車両の挙動を予測演算し、その結果を電子制御制動装置4に与える。電子制御制動装置4は、同じく運転操作入力および挙動データを取り込み、それに加えて車両安定化制御装置(VSC)3の出力を取り込み、車両1に対する運転操作入力および外乱入力に対する安全方向への自動制御出力を送出し、これは修正入力となる。

【0012】図6は従来の姿勢制御装置のシステム構成図である。制御回路51はプログラム制御されるコンピュータ回路を含む車両に搭載された電子装置であり、車両の運転操作入力およびその車両の挙動データを入力としその車両の運動状態を演算出力する車両安定化制御装置(VSC)と、この車両安定化制御装置の演算出力にしたがって運転操作入力および外乱入力を安全側に修正する修正入力をその車両に与える制御手段とを含む。

【0013】この車両にはヨーレイセンサ52、横方向加速度センサ53、ロールレイトセンサ60、および前後方向加速度センサ61が実装され、これらの各検出

出力は制御回路51に接続されている。前輪54fおよび後輪54rにはそれぞれ車輪回転センサ55が取付けられ、これらの検出出力も制御回路51に接続される。

ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ56にはブレーキ圧センサ57が取付けられ、この検出出力は同じく制御回路51に接続される。操舵ハンドル58には操舵角センサ59が取付けられ、その出力は制御回路51に接続される。内燃機関を制御するガバナ62にはガバナセンサ63が組み込まれ、ガバナ62の状態を検出しその検出出力は制御回路51に接続される。図7は前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。図6および図7には2軸構造の車両が示されているが、大型車両の場合には3軸あるいは4軸構造が用いられる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来伝達関数演算に利用されている高速フーリエ演算では、(1)周波数の低い信号に対して長時間にわたるデータが必要である、(2)データの数は2の幕乗(8、16、32、64...)でなければならず適当なデータ数が得られない場合がある、(3)フィード・バック制御が行われるクローズド・ループは演算不能であるなどの欠点がある。特に、トラックやバスなどの商用車では、挙動データの中に振動周波数が百分の1ヘルツ程度の成分があり、このような挙動データに対して、高速フーリエ演算による伝達関数の演算のためには少なくともその周期の2倍である200秒にわたる実時間のデータが必要になる。これでは、走行中に実時間で演算する実用的な装置を得ることができないことになる。これは商用車の姿勢制御装置の実現を妨げる大きい問題点である。

【0015】また、大型車両では、積荷の状態により、あるいは乗客の搭乗数およびその着席位置により、車両の物理特性は大きく変動する。すなわち、乗用車の場合には乗客数に変動があるとしても、乗客の体重(例えば一人当たり50kg)は車両の全重量(例えば2000kg)に対して小さくかつ搭乗人員は少人数である。しかも乗客の搭乗位置は重心の低い位置に固定されているから、乗客数が変動する場合にも、車両の物理定数を保持する車両モデルを固定的に設定して演算を行っても姿勢制御装置の演算結果には大きい影響はない。しかし大型車両では、貨物用車両の場合には、積荷がない場合と積載可能限界に近い典型的な積荷がある場合とでは車両全体の重量も重心位置も大きく変わる。したがって車両の物理特性は大きく変化するから、固定的な車両モデルを使用して演算を行っても現実的な値とならない。

【0016】さらにトラックでは、積荷は常に一定の状態で積まれるわけではなく、その重量および積載の位置あるいは重心の位置はその都度変化する。大型バスの場合でも、乗客の搭乗数はゼロから約50人までの間を変動し、その搭乗乗客の車両内での位置もその都度変化する。定期バスの場合には停留所毎に変化することにな

る。したがって、姿勢制御の基礎となる車両モデルを固定的に設定したのでは実用的な姿勢制御はできないことになる。本願出願人は、この問題を解決するために、特願平9-131347号（本願出願時に未公開）によって車両の姿勢制御装置を提案した。しかし、この先願では、重心高さについては言及していない。

【0017】ここで、重心高さについて考察してみると、従来はJISの保安基準等に記載されている静的に

$$h_s = (W \cdot L_r - W_f \cdot L) / W \tan \alpha$$

として計算する。

【0019】すなわち、従来のような計測方法では、車両重心の変化について現時点のデータを利用することができない。特に、積荷の重量および荷姿が変化する貨物自動車では、積荷の積み降ろしのつど車両重心を計測することはできないから、姿勢制御はその大略の値を利用していくことになる。

【0020】特に、重心高さは、積荷の荷姿によって変化するために、例えば、配送に出発する時点で測定した重心高さは、積荷を客先に降ろすことにより変化するため、これを姿勢制御装置のデータとして用いることはできない。したがって、重心高さを走行中にリアルタイムで測定できる技術が要求される。

【0021】本発明はこのような背景に行われたものであって、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両モデルが自動的に追従する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の特性を越えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を目的とする。本発明は、車両の重心高さをリアルタイムに推定することができる装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、重心高さをリアルタイムで求めることを特徴とする。発明者らは前述した式（1）を用いる方法に着目し、車両に、車軸にかかる重量を測定する軸重計と、進行方向に対する傾斜を測定する勾配センサとを取付け、前記車体総重量Wおよび前軸にかかる重量W\_fを軸重計により測定し、前記傾斜角度αを勾配センサにより測定することにより、車両が稼動中であっても測定条件が整った時点で、式（1）を用いて重心高さを測定することができるようとした。これにより、車両の稼動中に、荷姿に応じて変化する重心高さを推定することができる。

【0023】すなわち、本発明は車両の重心高さの推定

測定する方法があるだけで、走行中の車両についてリアルタイムに重心高さを測定することはできなかった。

【0018】図8は静的に重心高さを測定する方法を示す図である。静的に重心高さを測定する方法はJISの保安基準等に記載されている図8の方法があり、車体総重量W、前輪にかかる重量W\_f、ホイールベースL、重心位置から後輪までの距離L\_r、傾斜角度αをそれぞれ測定し、重心高さh\_sを

$$\dots (1)$$

装置であって、車両の進行方向に沿う傾斜角度αを計測する手段と、前軸にかかる重量W\_fを計測する手段と、後軸にかかる重量W\_rを計測する手段と、両軸高からの重心高さh\_sを

$$h_s = (W \cdot L_r - W_f \cdot L) / W \tan \alpha$$

ただし、ホイールベースをL、前軸から重心位置までの距離L\_f、重心位置から後軸までの距離L\_r

$$W = W_f + W_r \text{ (変数)} \quad L = L_f + L_r \text{ (定数)}$$

として演算する手段と、当該車両の車速が零になりかつ前記傾斜角度αが所定値を越える毎に前記重心高さh\_sを演算し更新保持する手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】前記重心位置から後輪までの距離L\_rは定数としてあらかじめ設定されたものとして演算してもよいし、あるいは、前記重心位置から後輪までの距離L\_rは、前記前軸にかかる重量W\_fおよび前記後輪にかかる重量W\_rから演算する手段を含む構成としてもよい。前記距離L\_rを定数として扱う方法は、重心位置が頻繁に変化しないタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状が一定しており、その積載位置も一定しているが重量だけが変化するといった場合に適する。このような場合には、前記距離L\_rを定数として扱うことにより、重心位置の変化を演算する手順を省くことができるため、重心高さの演算速度を速くすることができる。また、前記距離L\_rをその都度演算する方法は、重心位置が頻繁に変化するタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状も積載位置も一定しておらず、その都度変化する場合には、重心位置も頻繁に変化しているので、その都度前記距離L\_rを演算することがよい。

【0025】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を図1ないし図3を参照して説明する。図1は本発明実施例の測定手順を示すフローチャートである。図2は本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図である。図3は本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。

【0026】本発明は車両の重心高さの推定装置であって、図2および図3に示すように、車両の進行方向に沿う傾斜角度αを計測する手段である勾配センサ65と、前軸にかかる重量W\_fを計測する手段である軸重計64

$f$ と、後軸にかかる重量 $W_r$ を計測する手段である軸重計64rとを備え、制御回路1は、両軸高からの重心高さ $hs$ を

$$hs = (W \cdot L_r - W_f \cdot L) / W \tan \alpha$$

ただし、ホイールベースを $L$ 、前軸から重心位置までの距離 $L_f$ 、重心位置から後軸までの距離 $L_r$

$$W = W_f + W_r \text{ (変数)} , L = L_f + L_r \text{ (定数)}$$

として演算し、このとき、当該車両の車速が零になりかつ前記傾斜角度 $\alpha$ が所定値を越える毎に前記重心高さ $hs$ を演算し更新保持することを特徴とする。

【0027】前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定されたものとして扱う場合と、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する場合とがある。

#### 【0028】

【実施例】大型車の特徴として軸構成によって2軸、3軸、4軸車に分類され、ホイールベースも各種存在するため、車両の運動特性が異なってくる。図4は車両の運動特性を示す図である。横軸に周波数をとり、縦軸に利得および位相をとる。同一車軸構成の車型でホイールベース(WB(1)) < WB(2) < WB(3) 違いで見ると図4に示すように、いずれも安定した状態を示すホイールベースが短くなる程、操舵感度が高くなることを示している。

【0029】また、車両の使われ方から見ると空車、積車状態で軸重が大きく変化し、荷姿によって重心が大きく変わるので、運動特性として重心位置と高さを把握することが肝要である。

【0030】本発明実施例の動作を図1を参照して説明する。本発明に用いる式(1)は、本来、静的に重心高さを測定するためのものであるので、車速計が速度零( $V=0$ )のときに測定を行う。一般道路を走行する車両ならば、信号待ちなどで停止したときに測定を行えばよい。車速計が速度零( $V=0$ )であるとき(S1)、勾配センサ65および軸重計64fおよび64rからのデータを取込む(S2)。勾配センサ65の傾斜角度 $\alpha$ が零または±1度の範囲内を示している場合には(S3)、車体総重量 $W$ を測定する(S6)。

【0031】車体総重量 $W$ は、前軸にかかる重量 $W_f$ と後軸にかかる重量 $W_r$ とを加算することにより得られる。理論的には、車体が大きく傾斜している場合でも車体総重量 $W$ は、前軸にかかる重量 $W_f$ と後軸にかかる重量 $W_r$ とを加算することにより得られる。しかし、軸重計64fおよび64rは、水平に近い状態で軸重を精度良く測定することができるよう設計されているので、傾斜零または±1度の範囲内で車体総重量 $W$ を測定する。

【0032】勾配センサ65の傾斜角度 $\alpha$ が±1度以上で最も傾斜したときに(S4)、前輪にかかる重量 $W_f$

を測定する(S5)。これにより、重心高さを計算するために必要なパラメータである車体総重量 $W$ 、前輪にかかる重量 $W_f$ 、傾斜角度 $\alpha$ が得られ、重心高さを計算することができる(S7)。

【0033】具体的には、平坦な路面における信号待ちあるいは一時停止などで、勾配センサ65の傾斜角度 $\alpha$ が零または±1度の範囲内で停車している間に、車体総重量 $W$ を測定する。その後に、坂道における信号待ちまたは一時停止などで、勾配センサ65の傾斜角度 $\alpha$ が±1度以上で停車している間に、前輪にかかる重量 $W_f$ を測定する。これにより車両の稼働中に、随時、重心高さを計算することができる。

【0034】なお、重心位置から後軸までの距離 $L_r$ を一定として扱う方法と、距離 $L_r$ をその都度計算する方法とがある。前述したように、距離 $L_r$ を定数として扱う方法は、重心位置が頻繁に変化しないタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状が一定しており、その積載位置も一定しているが重量だけが変化するといった場合に適する。このような場合には、前記距離 $L_r$ を定数として扱うことにより、重心位置の変化を演算する手順を省くことができるため、重心高さの演算速度を速くすることができる。また、距離 $L_r$ をその都度演算する方法は、重心位置が頻繁に変化するタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状も積載位置も一定しておらず、その都度変化する場合には、重心位置も頻繁に変化しているので、その都度前記距離 $L_r$ を演算することがよい。

【0035】距離 $L_r$ をその都度計算する方法のごく簡単な例としては、

$$W_f / (W_f + W_r) = k \cdot L_r / (L_f + L_r) \quad \text{ただし、} k \text{は定数であることから、}$$

$$L_r = (1/k) \cdot (L_f + L_r) \cdot [W_f / (W_f + W_r)]$$

として演算する方法がある。

#### 【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を実現することができる。挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適応するための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適応するための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両モデルが自動的に追従する姿勢制御装置を実現することができる。車両の特性を越えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を行うことができる。車両の重心高さをリアルタイムに推定することができる。車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の測定手順を示すフローチャート

ト。

【図2】本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図。

【図3】本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

【図4】車両の運動特性を示す図。

【図5】従来の姿勢制御の全体構成例を示す図。

【図6】従来の姿勢制御装置のシステム構成図。

【図7】前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

【図8】静的に重心高さを測定する方法を示す図。

【符号の説明】

- 1 車両
- 2 姿勢制御装置
- 3 車両安定化制御装置 (VSC)
- 4 電子制御制動装置 (EBS)
- 5 オブザーバ
- 6 数値モデル
- 7 演算手段
- 8 評価手段
- 9 制御量演算手段

11 センサ類

41 安全自动制御手段

42 ABS演算手段

51 制御回路

52 ヨーレイトセンサ

53 横方向加速度センサ

54 f 前輪

54 r 後輪

55 車輪回転センサ

56 ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ

57 ブレーキ圧センサ

58 操舵ハンドル

59 操舵角センサ

60 ロールレイトセンサ

61 前後方向加速度センサ

62 ガバナ

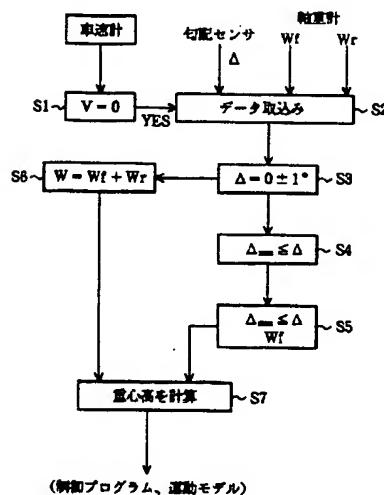
63 ガバナセンサ

64 f, 64 r 軸重計

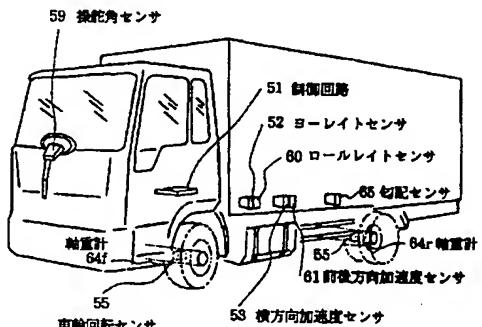
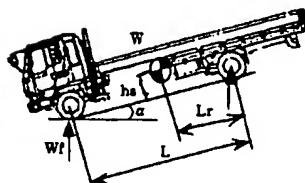
65 勾配センサ

【図1】

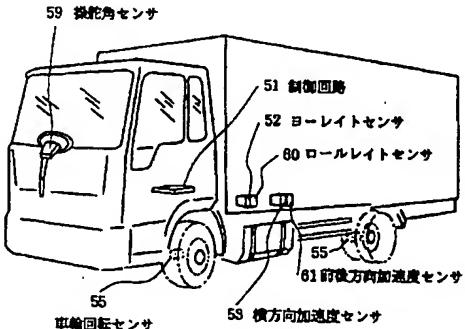
【図3】



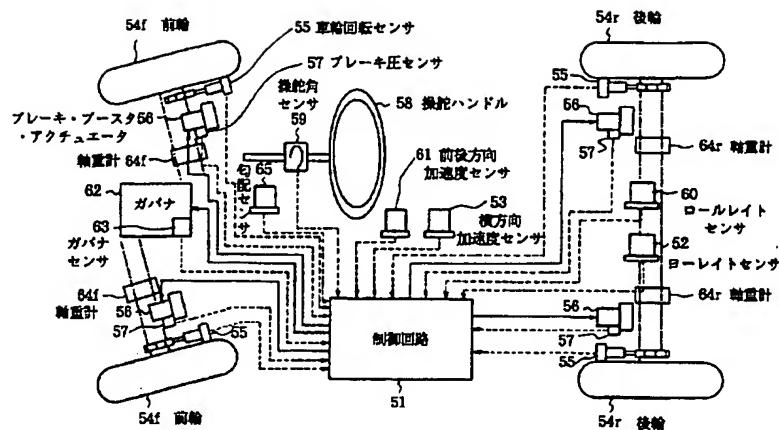
【図8】



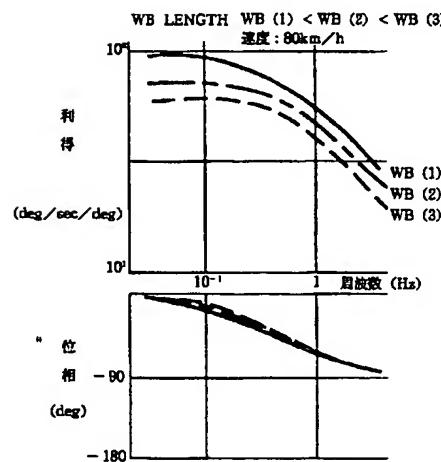
【図7】



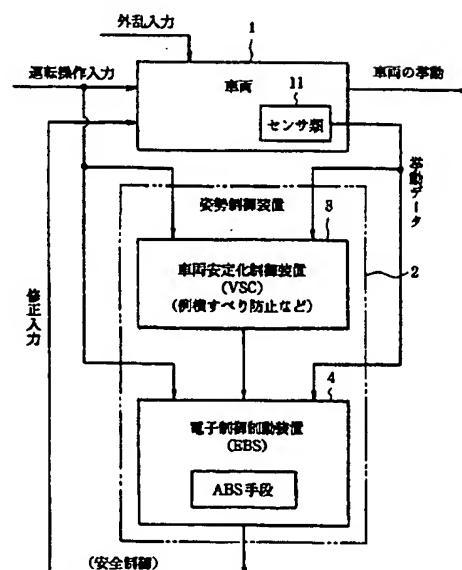
【図2】



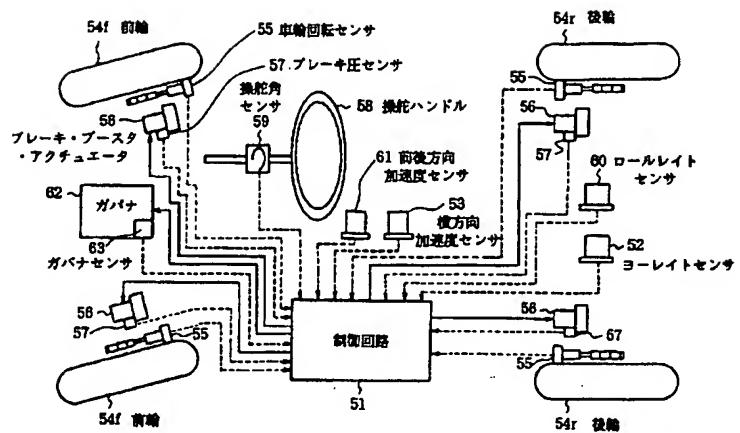
〔四〕



[図5]



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.6  
 G 01 G 19/08  
 // B 62 D 101:00  
 103:00  
 105:00  
 109:00  
 111:00  
 113:00  
 131:00  
 137:00

識別記号

F I  
 G 01 G 19/08

Z